

金融市場のフラクタル性を活かす新たなポートフォリオ戦略を発見

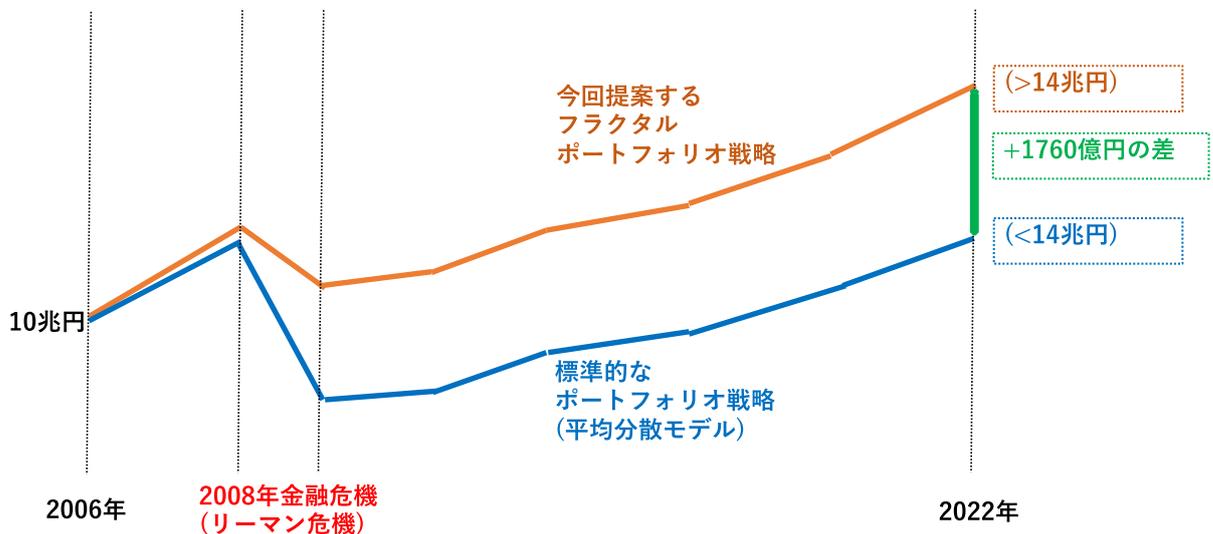
—リターンの最大化と、最大ドロウダウンの最小化の両方をシミュレーション上で確認—

概要

梅野健 情報学研究科教授、柿中晋治 同博士課程学生(研究当時)、早川正亮 株式会社みずほ銀行市場開発部次長、加藤大輔 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社マーケットデジタルテクノロジー部主任コンサルタントは、市場のフラクタル性を考慮した相関(DCCA)を考慮したポートフォリオスイッチング戦略を新たに発見し、その有効性を実際の資産データを用いたシミュレーションにより確認しました。これらの結果は、フラクタル相関を通して表現される投資家のスケール選好（投資ホライズン）には移り変わりがあることが本研究から示唆されると同時に、統計物理学のフラクタル性の概念が金融市場のリスクをよりの確に表現していることを意味します。

本研究成果は、2023年10月31日に、国際学術誌「*Applied Economics Letters*」にオンライン掲載されました。

金融資産・実データに基づくシミュレーション結果 (イメージ図)



図：10兆円を2006年に運用開始した時に既存の標準モデルとの運用益の違いを示したイメージ図
提案手法(フラクタルポートフォリオ戦略)は2008年リーマン危機(金融危機)のリスクをより正確に評価することができ、金融危機時の最大ドロウダウンを既存の標準モデル(平均分散モデル)と比較して小さくすることにより、結果的に+1760億円の運用益の差が生じた。

1. 背景

一般に、銀行は顧客から預かった預金の一部をポートフォリオ運用します(本学との共同研究先のみずほ銀行の運用資産額は6兆円程度)。通常、銀行を含む金融機関は、そのポートフォリオ運用の参照ポートフォリオとして1952年にMarkowitzによって作られた現代ポートフォリオ理論の平均分散モデルを用いて参照ポートフォリオを計算しますが、各資産が対数正規分布に従う前提として成立するところ、実際の資産は対数正規分布に従わず、実際のポートフォリオ運用と現代ポートフォリオ理論に基づく標準理論の平均分散モデルとは乖離が生じていました。そこでこの理論と実際の”乖離”の原因を理論的に追求するだけでなく、実際の資産の変動リスクをより正しく反映された新しいポートフォリオ理論が望まれておりました。

2. 研究手法・成果

8つの資産(S&P500(米株価指数), 米国債:1-3年、10年, 米ハイイールド債, 米適格社債:格付Aaa,Aa,A,Baa)同士の相関が時間のスケール s に対して依存性を持つことにまず着目しました。見ている時間のスケール s に応じて相関が変わるフラクタル性を持つことから、各スケール s に応じて変化する相互相関関数(DCCA)を考え、このDCCAを基礎にスケール毎に異なる平均分散ポートフォリオ(フラクタルポートフォリオ戦略)を組みます。次に、年間2.5%の利益率を確保する条件下でMV(平均分散ポートフォリオ), MD-balanced(スケール中立型フラクタルポートフォリオ), MD-short(短期スケール追求型フラクタルポートフォリオ), MD-long(長期スケール追求型フラクタルポートフォリオ)を組んで期間毎(2年間)のパフォーマンスを評価したところ、2008年9月のリーマンショック(金融危機)を含む2008-2009年、及び2010年-2011年の期間では、短期スケール追求型(MD-short)の最大ドローダウンが最小となり、逆に安定していると考えられる2004-2005年、2006-2007年等の期間では長期スケール追求型(MD-long)の最大ドローダウンが最小となることが分かりました。これは金融市場の状態に併せて、最適な投資家行動パターンを短期スケール追求型(金融危機時)、あるいは長期スケール追求型(安定期)の様にポジションを変えることが鍵となることを示します。

そこで、まずMD-balancedの2年間毎のパフォーマンスが-1.5%を下回っていたら短期スケール追求型(MD-short)を選択し、逆の場合は長期スケール追求型(MD-long)を選択するという、期間毎にポートフォリオを選択する**スケールスイッチング戦略**を新たに考えました。(図1参照)

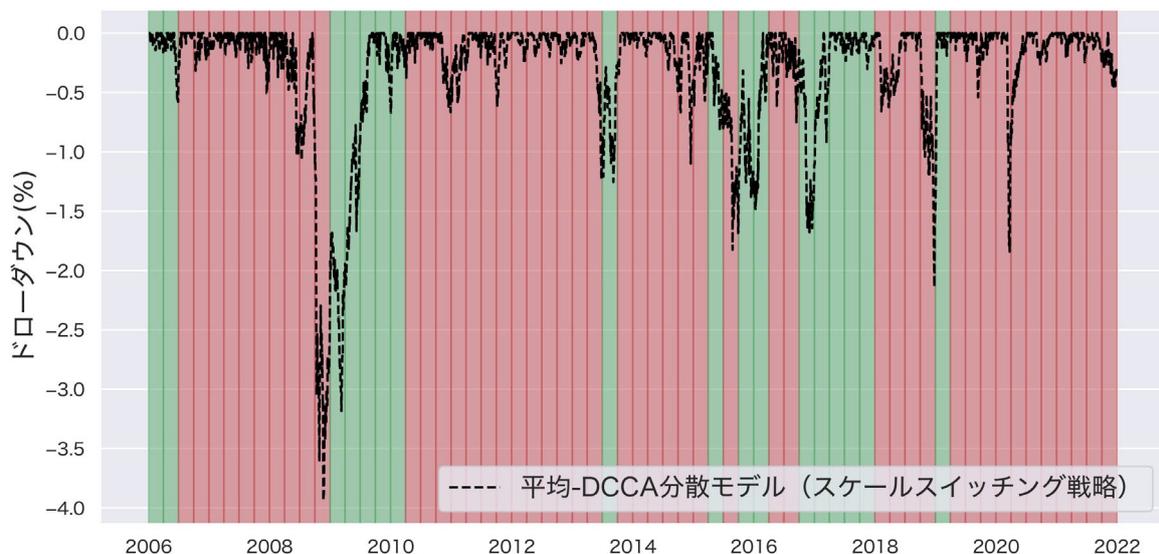


図1 緑がMD-Short(短期スケール追求型戦略), 赤がMD-Long(長期スケール追求型戦略)と市況毎にスケールをスイッチングする戦略を表す。

すると、結果としてリターンの上でもこのフラクタルポートフォリオのスケールスイッチング戦略が他のスケール固定型と比較して最適であることが解りました。

具体的な結果は、仮に 2006 年に 10 兆円を運用開始した場合の運用益が市場のフラクタル性を考慮した場合のみ 2022 年時点で 4 兆円を超え(40%以上)、市場のマルチフラクタル性を考慮しない標準的な現代ポートフォリオ理論(平均分散モデル)に基づく場合と比較して、2022 年時点において 1760 億円(年間あたり 110 億円)程度のパフォーマンスの違いが確認できました。(図 2 参照)

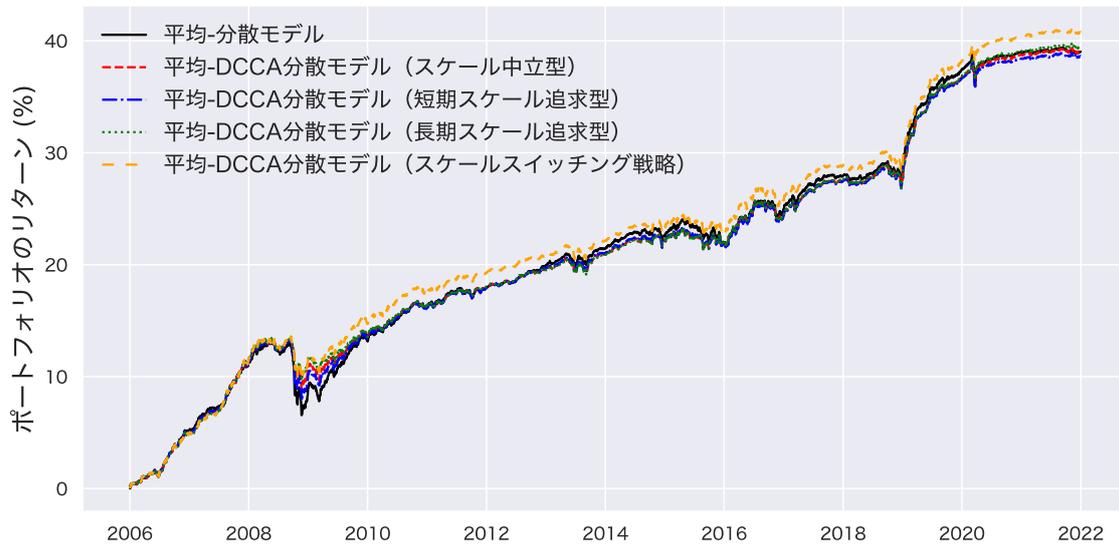


図 2：平均-分散モデルとスケール中立型、短期スケール追求型、長期スケール追求型、スケールスイッチング戦略(平均-DCCA 分散モデル)とのリターンの比較

また、フラクタル性に着目して初めて可能となったこのスケールスイッチングポートフォリオ戦略が、他のポートフォリオ手法と比較した場合の最大ドロダウン(最大損失)の最小化も確認できました。(図 3 参照)

つまり、米国の主要な株価指数や国債・社債などのデータを実証分析の対象としたところ、**市場が不安定な時期には短期スケール追求型ポートフォリオが分散効果を高める一方で、安定期には長期スケール追求型ポートフォリオがより有効であることが示されたこと**になります。

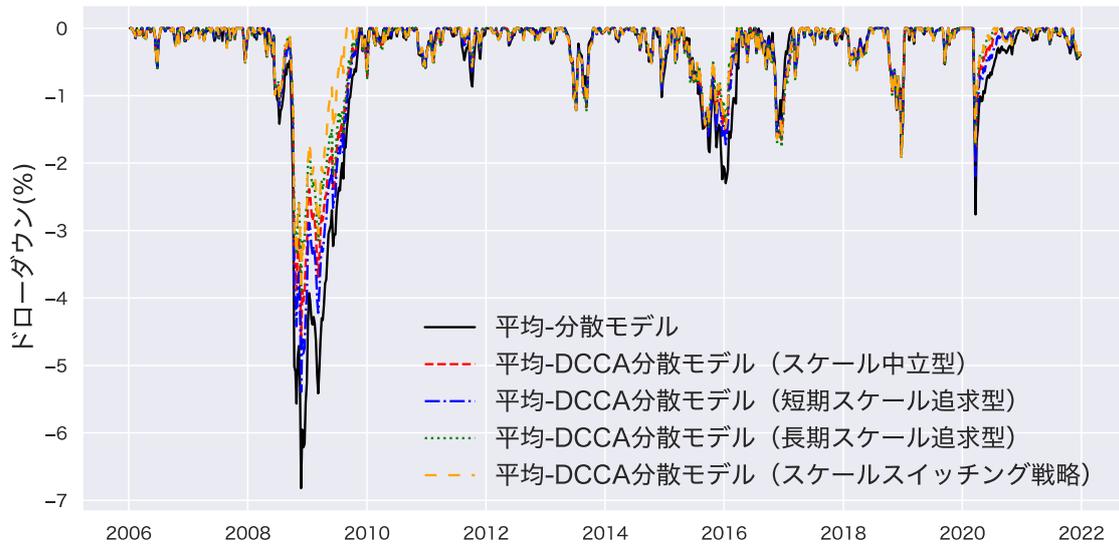


図 3: 平均-分散モデルとスケール中立型, 短期スケール追求型、長期スケール追求型、スケールスイッチング戦略(平均-DCCA 分散モデル)との最大ドロウダウンの比較

3. 波及効果、今後の予定

今後は、この統計物理学に基づく市場のフラクタル性のみならず、ファットテイル性を考慮したテイルリスクの精密な評価も加味し研究を進め、市場のリスクをより正確に織り込むポートフォリオ理論の構築を進めます。

4. 研究プロジェクトについて

本研究はみずほ銀行との共同研究で行われました。

<研究者のコメント>

今回、実際に運用で考慮されるデータ(共同研究先に確認)を用いて、実用的な資金運用(ポートフォリオ)の効率性の観点から、金融市場においてフラクタル性が鍵となる概念であることを明らかにしました。今回の研究は、日本を代表するメガバンクにおいて実際に資金運用をしているグループとの共同研究により初めて実現されたものであり、大学の学術研究と金融実務が融合された研究成果となります。

ポートフォリオは、大学を対象とする 10 兆円ファンドが話題になっていますが、どこの大学に配分されるかということだけでなく、そのポートフォリオが科学的なリスクの精密な評価を反映したもののかの検証こそが肝要で、今回の知見は、それだけでなく世界の全ての金融実務におけるポートフォリオ構築、及び効率性の検証に重要な役割を果たすと期待しています。大学が参照ポートフォリオ及び、標準的なポートフォリオとなっている平均-分散モデルよりも、市場のフラクタル性を考慮することで更に効率的なポートフォリオ構築に関与できることを示したこと、適正なポートフォリオ理論を構築することで、更には金融市場の安定性にも貢献しうること、本研究の社会的な意義があると考えます。(梅野健)

検証実験に用いた実データ(2004年1月5日-2021年12月31日):

- ・ S&P500(米株価指数)
- ・ 米国債：1-3年、10年
- ・ 米ハイイールド債
- ・ 米適格社債：格付 Aaa,Aa,A,Baa

<論文タイトルと著者>

著者：Shinji Kakinaka, Tadaaki Hayakawa, Daisuke Kato and Ken Umeno

掲載誌：Applied Economics Letters

タイトル：Fractal portfolio strategies: does scale preference of investors matter?

(フラクタルポートフォリオ戦略: 投資家のスケール選択傾向は重要か?)

DOI : <https://doi.org/10.1080/13504851.2023.2274298>